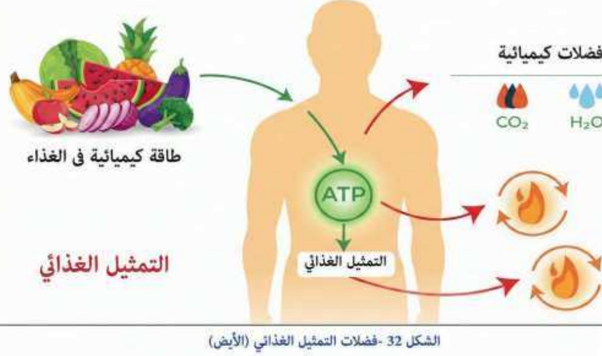
الإخراج والاتزان الداخلي ودورهما في استقرار الغلاف الحيوي

الفضلات الأيضية وأجهزة الإخراج ودورها في إعادة توازن الطاقة والمواد

أولًا: التفاعلات الحيوية داخل جسم الإنسان

1. تقوم خلايا جسم الإنسان بعدد هائل من التفاعلات الكيميائية الحيوية الدقيقة، ولا تتوقف.
2. هذه التفاعلات تمكّن الجسم من أداء وظائفه المختلفة، مثل:
   - الحصول على الطاقة من الغذاء.
   - بناء الجزيئات الحيوية الضرورية.
   - مقاومة العدوى.
   - استبدال الخلايا التالفة.



الشكل 32 -فضلات التمثيل الغذائي (الأيض)

3. تُعرف هذه التفاعلات مجتمعة باسم **عمليات الأيض (التمثيل الغذائي)**
4. يشمل الأيض **الأيض** عمليتين متعاكستين:
   - **عملية البناء** التي ينتج فيها مواد جديدة يحتاج إليها الجسم.
   - **عملية الهدم** التي تُكسر فيها الجزيئات المعقدة للحصول على الطاقة.

الشكل 33 - فضلات التمثيل الغذائي (الأيض)

ثانيًا: الفضلات الأيضية

1. بالرغم من أن التفاعلات الأيضية ضرورية للحياة، فإنها لا تنتج دائمًا مواد نافعة.
2. كثيرًا منها يُخلف نواتج ثانوية لا يحتاج إليها الجسم.
3. قد تكون هذه النواتج ضارة إذا تراكمت.
4. تُعرف هذه النواتج باسم **الفضلات الأيضية**
5. تشمل الفضلات الأيضية **الفضلات الأيضية**:
   - **ثاني أكسيد الكربون** الناتج من التنفس الخلوي.
   - **الأمونيا** الناتجة عن تكسير الأحماض الأمينية في الكبد.
   - **اليوريا** التي تنتج عن تحويل الأمونيا السامة إلى صورة أقل ضررًا.
   - **الماء الزائد**
   - **الأملاح المعدنية** التي تُفرز بطرق مختلفة.

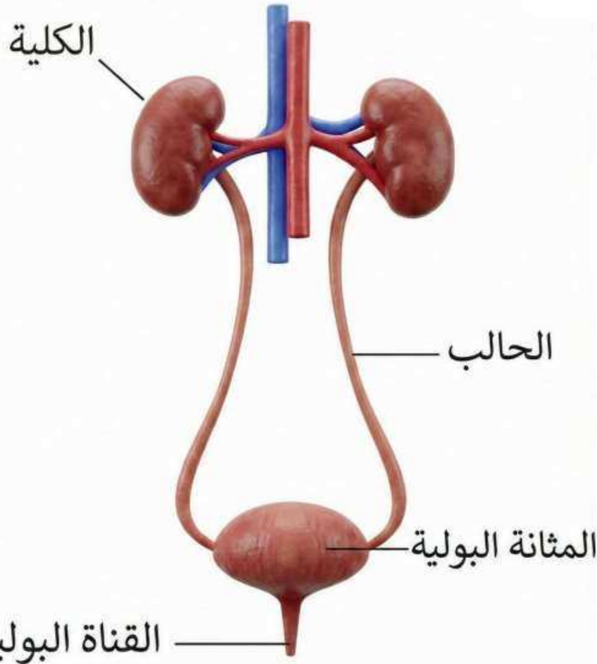
ثالثًا: أهمية عملية الإخراج

1. تراكم هذه الفضلات يؤدي إلى اضطراب التوازن الكيميائي للسوائل داخل الجسم.
2. يؤثر ذلك في كفاءة عمل الخلايا.
3. لذلك يحتاج الكائن الحي إلى آلية دقيقة للتخلص منها.
4. هنا تظهر أهمية **عملية الإخراج**
5. **الإخراج** هو العملية الحيوية التي يتم من خلالها:
   - إزالة الفضلات الأيضية من الجسم.
   - الحفاظ على **اتزان البيئة الداخلية** للجسم **(Homeostasis)**

اتزان الماء والأملاح داخل الجسم

أولًا: دور الكليتين في تنظيم الماء والأملاح

1. تُعدّ الكليتان من أهم أعضاء الجهاز الإخراجي، وهما تعملان على تنقية الدم من الفضلات السائلة الناتجة عن التفاعلات الحيوية داخل الجسم.
2. يبلغ حجم الكلية الواحدة تقريبًا حجم قبضة اليد، وشكلها يشبه حبة الفاصوليا.
3. تقع كل منهما على جانبي العمود الفقري في الجزء السفلي من الظهر.
4. الكليتان مسؤولتان عن إنتاج البول، وهو السائل الذي ينتج للتخلص من الماء الزائد، والأملاح الفائضة، واليوريا، وبعض الفضلات الذائبة الأخرى.



الشكل ٣٣ -مخطط الجهاز البولي

ثانيًا: تكوُّن البول وإعادة الامتصاص

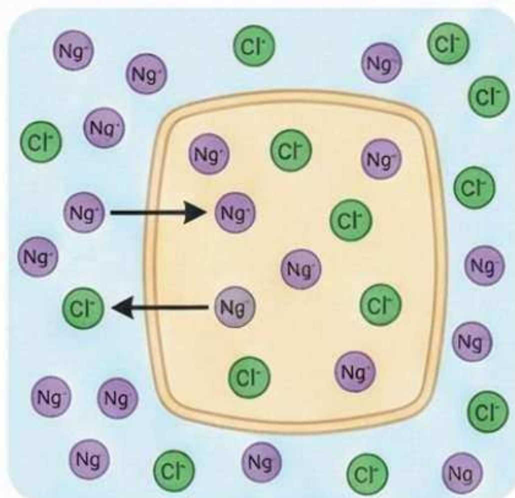
1. يتكوَّن البول نتيجة ترشيح الدم داخل وحدات دقيقة تُعرف بالنفرونات.
2. تزال الفضلات من الدم، بينما تُعاد المواد النافعة مثل الجلوكوز والأيونات والماء بالقدر الذي يحتاجه الجسم في عملية تُسمى إعادة الامتصاص، للحفاظ على الاتزان الداخلي.
3. بعد إنتاج البول، ينتقل عبر الحالبين إلى المثانة البولية، حيث يُخزن حتى يُطرح خارج الجسم عبر القناة البولية.

ثالثًا: الحفاظ على التوازن الأيوني في الجسم

1. الأيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد ضرورية لعمل الأعصاب والعضلات.
2. تنظم الضغط الأسموزي داخل الخلايا وخارجها.
3. عند حدوث خلل في تركيز هذه الأيونات، تتأثر العمليات الحيوية الدقيقة.
4. لذلك يقوم الجهاز الإخراجي – خاصة الكليتان – بتنظيم هذا التوازن بدقة شديدة.

رابعًا: مثال على تنظيم التوازن الأيوني

1. عند ارتفاع تركيز الصوديوم في الدم، تحتفظ الكليتان بالماء لتخفيف تركيزه.
2. وعند انخفاضه تُطرح كمية أكبر من الماء للمحافظة على الاتزان الأيوني في الجسم.
3. يسهم الإخراج في الحفاظ على التوازن بين الأيونات والماء في سوائل الجسم.
4. وبقاء البيئة الداخلية مستقرة.



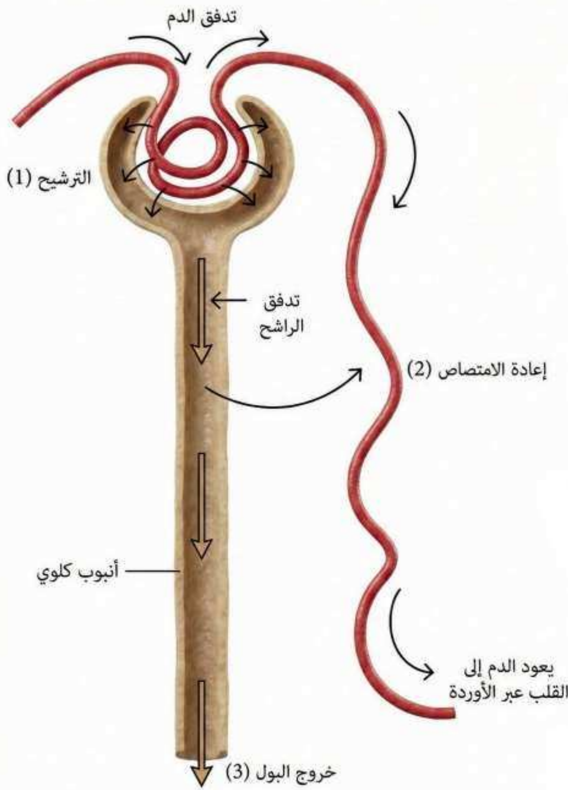
الشكل 34 - تركيز أيونات الصوديوم والكلوريد

إعادة الامتصاص

أولًا: تعريف إعادة الامتصاص

1. إعادة الامتصاص هي عملية استرجاع المواد النافعة من السائل الذي تم ترشيحه في النفرون إلى الدم مرة أخرى.
2. يحدث ذلك في أجزاء الأنابيب الدقيقة في كل نفرون.
3. تنتقل المواد المفيدة عبر جدران الخلايا المحيطة إلى الأوعية الدموية الدقيقة.

ثانيًا: خلال هذه العملية



الشكل ٣٥ - مخطط بسيط لنفرون يوضح خطوات إنتاج البول (للإطلاع فقط)

1. يُعاد امتصاص معظم الجلوكوز إلى الدم لتوفير الطاقة للخلايا.
2. يُعاد امتصاص جزء كبير من الماء للحفاظ على حجم الدم وتوازن السوائل في الجسم.
3. تُعاد أيضًا الأيونات المهمة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد لتنظيم وظائف العضلات والأعصاب والحفاظ على ضغط الدم.
4. أما المواد التي لا يحتاجها الجسم مثل اليوريا والماء الزائد وبعض الأيونات، فتُترك لتخرج لاحقًا مع البول.

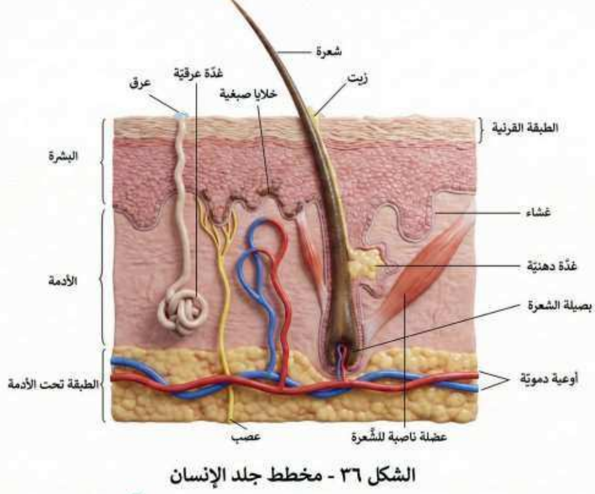
ثالثًا: أهمية إعادة الامتصاص

1. تُعد إعادة الامتصاص خطوة حيوية للحفاظ على الاتزان الداخلي (الاتزان الحيوي) في الجسم.
2. لأنها تمكّنه من ضبط ما يحتفظ به وما يتخلّص منه.
3. من دون إعادة الامتصاص، سيفقد الجسم كميات كبيرة من الماء والعناصر الغذائية.
4. مما يؤدي إلى جفاف شديد.
5. واضطراب في الأملاح.
6. وانخفاض ضغط الدم.
7. وربما توقف عمل الأعضاء الحيوية.

الجلد ودوره في الإخراج وتنظيم درجة الحرارة

أولًا: تعريف الجلد ووظيفته العامة

1. الجلد هو الغلاف الخارجي للجسم، وله دور مزدوج فى الحماية والإخراج.



الشكل ٣٦ - مخطط جلد الإنسان

ثانيًا: دور الجلد في الإخراج

1. يحتوي الجلد على غدد عرقية تفرز العرق، وهو سائل يتكون من الماء، والأملاح المعدنية (مثل كلوريد الصوديوم)، وكميات صغيرة من اليوريا.
2. يُعد العرق أحد أشكال الإخراج التي تساعد في المحافظة على توازن السوائل والأيونات داخل الجسم.

ثالثًا: دور الجلد في تنظيم درجة حرارة الجسم

1. يساعد إفراز العرق على تنظيم درجة حرارة الجسم.
2. فعندما يتبخر العرق من سطح الجلد، فإنه يزيل بعض الحرارة الزائدة.
3. مما يبقي الجسم في درجة حرارة ثابتة تقريبًا.
4. كما أن خروج الماء والأملاح ونسبة قليلة جدًا من اليوريا مع العرق يسهم في الاتزان الداخلي.

رابعًا: طبقات الجلد الرئيسية

1. البشرة:
- وهي الطبقة الخارجية التي تحمي الجسم من الميكروبات وفقدان الماء.
2. الأدمة:
- تحتوي على الغدد العرقية وبصيلات الشعر والأوعية الدموية التي تساعد في تنظيم درجة الحرارة.
3. الطبقة تحت الأدمة:
- غنية بالدهون التي تعمل كعازل حراري.

خامسًا: تكامل الجلد مع أجهزة الإخراج الأخرى

1. يتكامل الجلد مع الكليتين في إخراج الماء الزائد والأيونات.
2. يُعدّ ذلك مثالًا رائعًا على تكامل أجهزة الإخراج في الحفاظ على الاتزان الداخلي.

الكبد ودوره في معالجة الفضلات

أولًا: أهمية الكبد في عملية الإخراج

1. يُعد الكبد من أهم أعضاء الجسم في عملية الإخراج، فهو يعمل على تنقية الدم من المواد الضارة والفضلات الناتجة عن التفاعلات الحيوية.
2. ويسهم الكبد في الحفاظ على توازن البيئة الداخلية للجسم من خلال تحويل المواد المواد السامة إلى مركبات آمنة يسهل على الجسم التخلص منها.
3. ويُعد الكبد بمثابة مركز تنقية أو 'محطة معالجة' تحمي الجسم من تراكم السموم.

ثانيًا: دور الكبد في حماية الجسم من المواد الضارة

1. يساعد الكبد في حماية الجسم من تراكم المواد الضارة بطرق متعددة.
2. فعند تكسير البروتينات تتكون مادة الأمونيا السامة، فيحولها الكبد إلى اليوريا الأقل ضررًا.
3. تنتقل اليوريا إلى الكليتين وتُطرح مع البول.

ثالثًا: دور الكبد في تكسير خلايا الدم القديمة

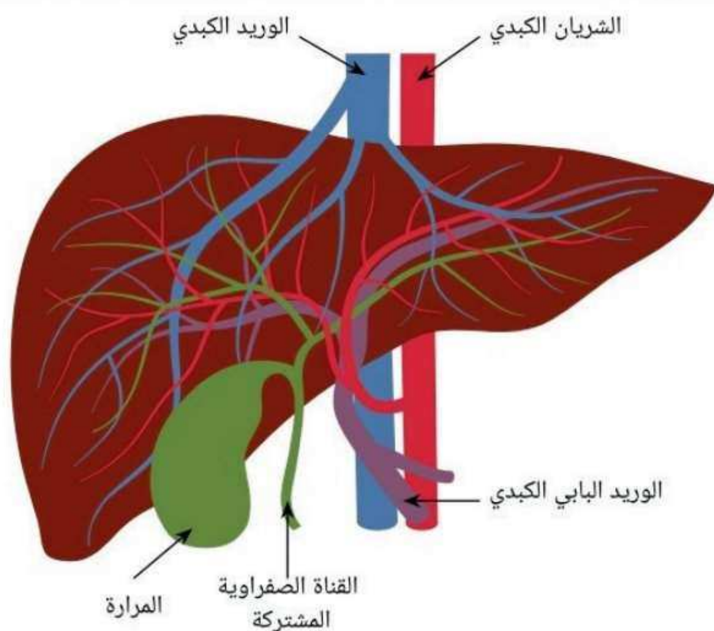
1. يعمل الكبد على تفكيك الهيموجلوبين الناتج عن تحلل خلايا الدم الحمراء القديمة.
2. وينتج عنه البيليروبين الذي يُفرز في العصارة الصفراوية ويُطرح مع البراز.
3. بينما يؤدي تراكمه إلى حدوث اليرقان (الصفراء).

رابعًا: إزالة السموم والمواد الغريبة

1. يقوم الكبد بإزالة السموم والمواد الغريبة مثل الأدوية والإضافات الغذائية.
2. بتحويلها إلى مواد أقل ضررًا قبل التخلص منها.

خامسًا: دور العصارة الصفراوية

1. إضافة إلى ذلك، تساعد العصارة الصفراوية في التخلص من بعض الفضلات غير القابلة للذوبان في الماء.
2. مثل الكوليسترول الزائد وبعض الصبغات.
3. مما يسهم في الحفاظ على التوازن الداخلي للجسم.

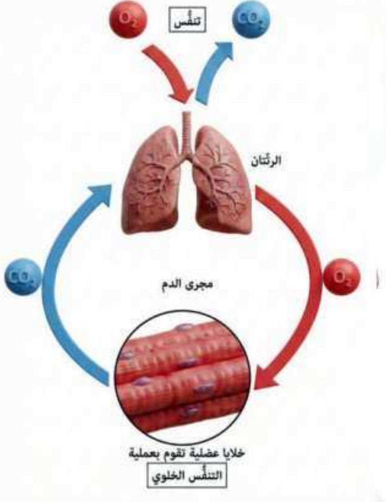


الشكل ٣٧ -مخطط يوضح الكبد والمرارة

دور الرئتين في إخراج الفضلات الغازية

أولًا: التنفس الخلوي وإخراج الفضلات الغازية

1. في عملية التنفس الخلوي، تستخدم خلايا الجسم الأكسجين والجلوكوز لإنتاج الطاقة.
2. ينتج عن ذلك ماء وثاني أكسيد الكربون.
3. ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم، الذي يحمله إلى الرئتين ليُطرح خارج الجسم مع هواء الزفير. وتخلعى من عملية الغازات وۀ الفضلات الزفين.
4. وبالتالي تُعدّ عملية الزفير جزءًا من عملية الإخراج، حيث يتخلص الجسم من الفضلات الغازية.



الشكل 38- دور الرئتين في الإخراج

ثانيًا: أهمية إخراج ثاني أكسيد الكربون

1. تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون في الدم يزيد من حموضة الدم.
2. مما يعطل عمل الإنزيمات ويهدد العمليات الحيوية.
3. لهذا، فالتنفس المنتظم ضروري للحفاظ على توازن نسبة الغازات في الدم.
4. وبالتالي على الاتزان الداخلي للجسم.

تطبيقات تكنولوجية

الكلية الحيوية الاصطناعية، حل مستقبلي للفشل الكلوي

أولًا: مفهوم الكلية الحيوية الاصطناعية

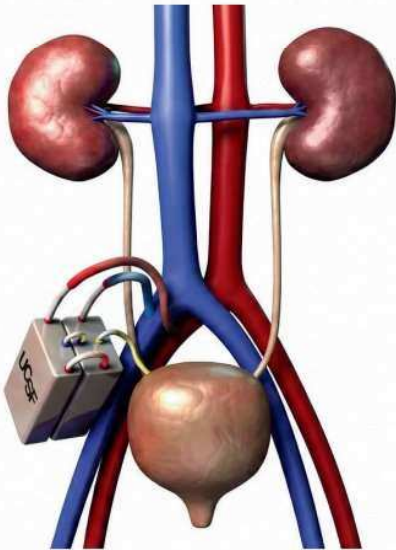
1. تُعدَّ الكلية الحيوية الاصطناعية (أجهزة المحاكاة الكلوية) أحد التطبيقات التكنولوجية الحديثة الواعدة لعلاج الفشل الكلوي.
2. تعمل هذه الكلية الحيوية الاصطنائية الاصطنائية أو تُزرع فيه.
2. تعمل هذه الكلية داخل جسم المريض أو تُزرع فيه.
3. وتهدف إلى أداء وظائف الكلية الطبيعية.

ثانيًا: المبدأ الفيزيائي لعمل الكلية الحيوية الاصطناعية

1. المبدأ الفيزيائي الأساسي في عملها هو الترشيح.
2. إذ يمر سائل الدم عبر أغشية دقيقة شبه منفذة.
3. تسمح هذه الأغشية بمرور الجزيئات الصغيرة والفضلات إلى سائل تنظيفي أو إلى الجانب الآخر من الغشاء.
4. تسمح هذه الأغشية بمرور الجزيئات الصغيرة والفضلات إلى سائل تنظيفي أو إلى الجانب الآخر من الغشاء.
4. بينما تمنع مرور البروتينات وخلايا الدم الكبيرة.

ثالثًا: الجانب الحيوي للكلية الحيوية الاصطناعية

1. أما الجانب الحيوي فيعتمد على هندسة الخلايا.
2. حيث تحتوي الكلية الحيوية على خلايا متخصصة (مأخوذة أو مهندسة مختبريًا).
3. تحاكي بعض الوظائف الكيميائية الحيوية للكلية.
4. مثل ضبط مستويات أملاح معينة وإفراز مركبات هامة.
5. بوجود هذه الخلايا إلى جانب وحدات الترشيح تتحقق مراقبة أدق لتوازن المواد في الدم.


الشكل 39 -الكلية الصناعية

٢. فيزياء الموجات فوق الصوتية في الكلى والمثانة:

تُستخدم أجهزة الموجات فوق الصوتية Ultrasound (عالية التردد) لتصوير الأعضاء الإخراجية وتشخيص الحصوات أو الالتهابات. يعتمد عمل هذه الأجهزة على خصائص موجات الصوت مثل الانعكاس والانكسار لتكوين صورة دقيقة عن حالة الأعضاء الداخلية دون الحاجة للتدخل الجراحي.

• انعكاس الموجات:

تصطدم الموجات فوق الصوتية بالحدود الفاصلة بين الأنسجة المختلفة (مثل جدار المثانة أو سطح الحصوة)، فيرتد جزء منها. تعتمد قوة هذا الارتداد على المقاومة الصوتية للنسيج.

• تشتت الموجات:

يحدث عند اصطدام الموجات بأسطح غير منتظمة أو جسيمات صغيرة داخل الأنسجة، مما يساعد في إظهار تفاصيل قوام العضو (Texture).

• المعالجة الرقمية:

يقوم الجهاز بحساب الزمن الذي استغرقه الصدى للعودة، ومن خلال سرعة الصوت في الأنسجة، يحدد عمق ومكان العضو بدقة ويحوّله إلى صورة رقمية.



الشكل 40 - الكشف بالموجات فوق الصوتية

٣. الفيزياء الحرارية وعمل الغدد العرقية:

تعتمد عملية التعرّق على امتصاص كمية من حرارة الجسم لتبخير العرق، وهو تطبيق لمفهوم التوازن الحراري والتبخر.

تُستخدم أجهزة قياس الإشعاع الحراري بالأشعة تحت الحمراء (Infrared Thermography) لتحليل معدل فقدان الحرارة عبر الجلد، مما يساعد على متابعة التوازن الحراري الداخلي للجسم.



الشكل 41 - قياس الحرارة بالأشعة تحت الحمراء

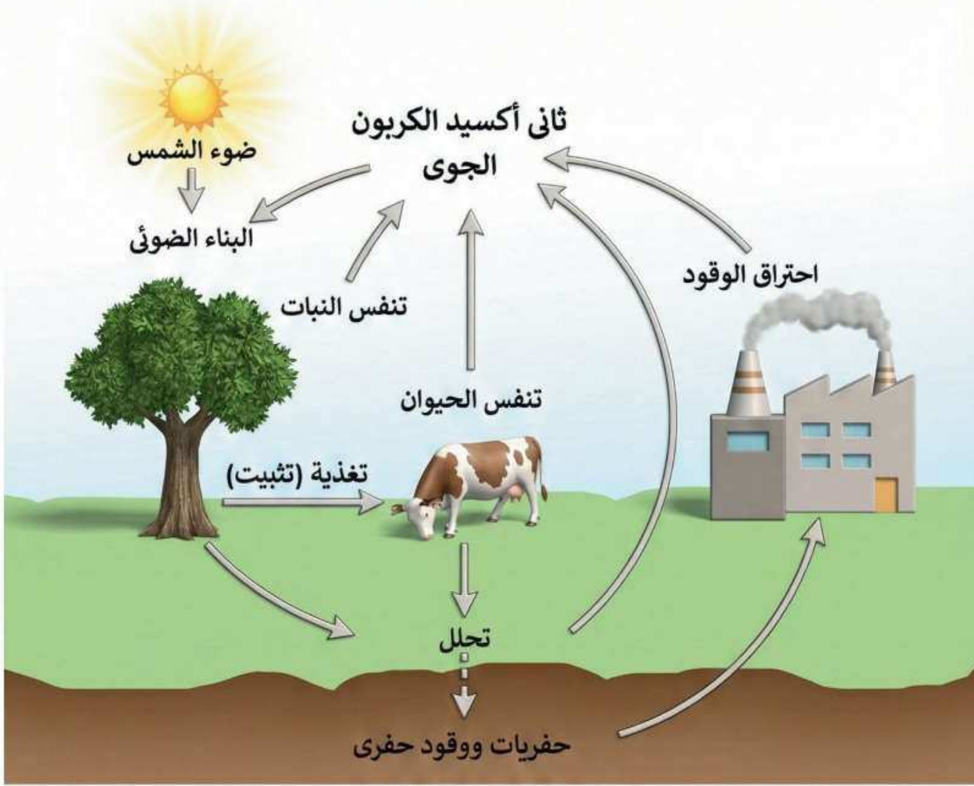
دورات العناصر في الغلاف الحيوي

بعد أن تعرفت على عمليات الإخراج وكيف تسهم في حفظ الاتزان الداخلي داخل أجسام الكائنات الحية، حان الوقت لتتأمَّل كيف يمتد هذا الاتزان ليشمل النظام البيئي بأكمله. فكما تعمل أجهزة الجسم الجسم معًا للحفاظ على توازنه الداخلي، تعمل عناصر الغلاف الحيوي – مثل الماء والكربون والنيتر والنيتروجين – في دورات طبيعية مستمرة تضمن بقاء الحياة على الأرض.

ومن أهم هذه العناصر: الكربون والنيتروجين والفوسفور، حيث تدخل في دورات متتابعة تنتقل خلالها بين الهواء والماء والتربة والكائنات الحية.

دورة الكربون

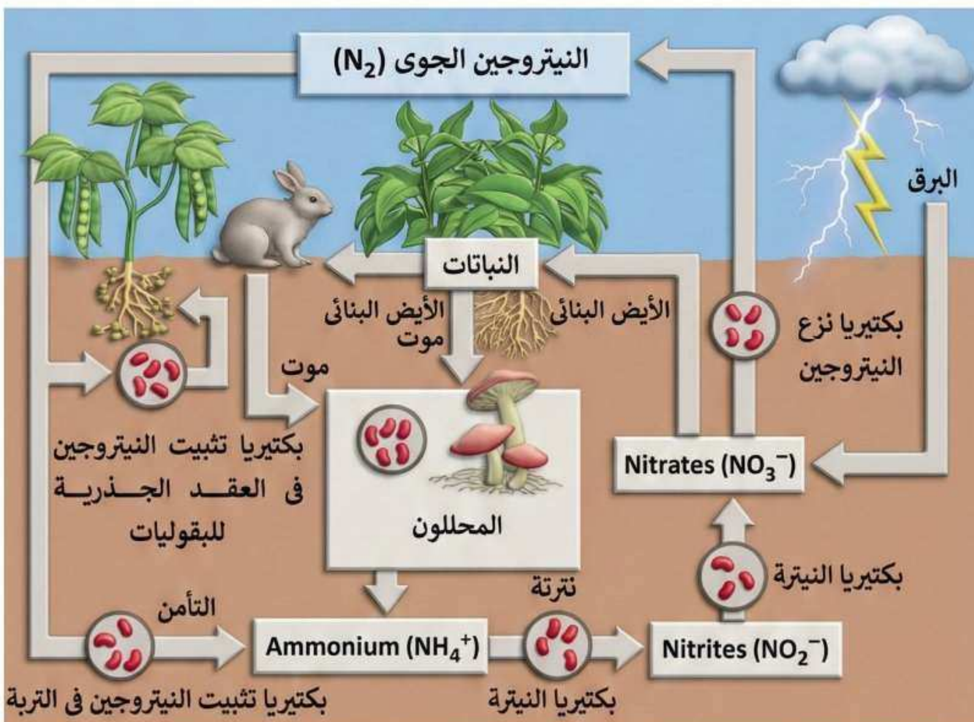
1. تمتص النباتات الخضراء غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء خلال عملية البناء الضوئي لإنتاج الغذاء.
ثاني أكسيد الكربون، البناء الضوئي
2. ثم تنتقل المركبات التي تحتوي على الكربون إلى الحيوانات عندما تتغذى على النباتات.
3. وعندما تتنفس الكائنات الحية أو تتحلّل يعود غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء مرة أخرى.
تتنفس، تتحلل، ثاني أكسيد الكربون
4. بالإضافة لأكاسيد الكربون التي تنبعث من المصانع واحتراق الوقود.



الشكل ٤٢- دورة الكربون

دورة النيتروجين

1. يمثل النيتروجين مكونًا أساسيًا للبروتينات داخل أجسام الكائنات.
2. تبدأ دورة النيتروجين بتثبيت نيتروجين الهواء الجوي بواسطة نوع من البكتيريا الموجودة في التربة وتحويله إلى مركبات قابلة للامتصاص بواسطة النباتات.
3. تنتقل هذه المركبات إلى الحيوانات عبر الغذاء.
4. ثم تعود إلى التربة مرة أخرى من خلال الفضلات أو الكائنات الميتة.
5. حيث تعيد أنواع من البكتيريا تحويلها إلى غاز النيتروجين الذي يعود إلى الهواء الجوي.



الشكل ٤٣ - دورة النيتروجين

دورة الفوسفور:

1. توجد مركبات الفوسفور الفوسفور في الصخور والتربة.
2. يمتص النبات مركبات الفوسفور (الفوسفور) بعد تحررها من الصخور نتيجة عمليات التجوية.
3. ثم ينتقل بعد ذلك إلى الحيوانات عبر السلسلة الغذائية لتكوين العظام والأسنان.
4. والأحماض النووية (DNA و RNA) (الأحماض النووية (DNA و RNA)، وجزيئات الطاقة (ATP).
5. عند موت الكائنات الحية أو من خلال فضلاتها، تقوم المحللات بإعادة الفوسفور إلى التربة مرة أخرى.
6. واختلافًا عن دورتي الكربون والنيتروجين، لا يكون الغلاف الجوي جزءًا من دورة الفوسفور.
7. بل تبقى دورة الفوسفور (دورة الفوسفور) محصورة بين الأغلفة: الحيوي، والصخري، والمائي.



الشكل 44 - دورة الفوسفور

أهمية دورات العناصر في الغلاف الحيوي

1. دورات العناصر دورات العناصر تُعد أساسية لاستمرار الحياة على الأرض.
2. إذ تضمن إعادة تدوير العناصر الحيوية بين الكائنات الحية والبيئة بصورة متوازنة.

دور الإخراج في استمرارية دورات العناصر

1. مما سبق نستنتج أن عملية الإخراج لا تقتصر على التخلص من الفضلات من داخل الكائنات الحية.
2. بل تمثل حلقة مهمة في استمرار دورات العناصر في الطبيعة.
3. فالمواد الناتجة عن الإخراج، مثل:
   - ثاني أكسيد الكربون
   - اليوريا
4. تعود لتشارك في دورات الكربون والنيتروجين وغيرها.
5. حيث تتحلل اليوريا في التربة بفعل البكتيريا إلى أمونيا
6. ثم نترات يمتصها النبات.
7. مما يضمن إعادة استخدام العناصر واستمرار الحياة في الغلاف الحيوي.

الاستقرار في الغلاف الحيوي

1. وبهذا تسهم عمليات الإخراج والدورات الطبيعية معًا في الحفاظ على الاتزان والاستقرار في الغلاف الحيوي.
2. ليبقى صالحًا لدعم أشكال الحياة المختلفة.

تقييم الدرس الثالث

أولًا: أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة:

1. أي الأعضاء التالية يُعدّ المسؤول الرئيس عن إزالة الفضلات النيتروجينية من الدم؟
أ) الكبد ب) الجلد ج) الكليتان د) الرئتان

2. عند زيادة الأملاح في الدم، تستجيب الكليتان بـ:
أ) إفراز مزيد من العرق ب) زيادة إعادة امتصاص الماء ج) زيادة طرح الماء د) تخزين الأملاح

3. تتحول الأمونيا السامة في الجسم إلى يوريا في:
أ) الكليتان ب) الكبد ج) الرئتان د) الجلد

4. ما الذي يوضح علاقة الإخراج بالاتزان الداخلي في الجسم؟
أ) طرد الماء فقط ب) الحفاظ على ثبات بيسم الداخلية ج) إنتاج الطاقة د) نقل الأكسجين

5. إذا فشلت الكليتان في أداء وظيفتهما، فإن أول ما يتأثر هو:
أ) مستوى الأكسجين ب) نسبة الفضلات في الدم ج) عدد خلايا الدم د) إنتاج الهرمونات

6. تزداد كمية العرق التي يفرزها الجسم عندما:
أ) تقل درجة الحرارة ب) تزداد الرطوبة ج) ترتفع درجة الحرارة د) يقل تدفق الدم للجلد

7. ما المكون الذي يُعاد امتصاصه في الكليتين للحفاظ على الاتزان المائي؟
أ) الجلوكوز ب) ثاني أكسيد الكربون ج) الماء د) الأمونيا

8. إخراج ثاني أكسيد الكربون من الرئتين يُعدّ مثالًا على:
أ) تنظيم درجة الحرارة ب) الإخراج الغازي ج) الإخراج الصلب د) النقل العصبي

9. ما الدور المشترك بين الجلد والكليتين في الاتزان الداخلي؟
أ) إنتاج الهرمونات ب) تخزين الفضلات ج) إخراج الماء والأملاح د) إنتاج الطاقة

10. تزداد سمية الجسم عندما:
أ) يقل معدل التنفس ب) تتراكم الفضلات الأيضية ج) يزداد إفراز العرق د) ينخفض ضغط الدم

ثانيًا: أسئلة مقالية

بم تفسر؟

1. تحول الأمونيا في الجسم إلى يوريا قبل إخراجها؟
2. إخراج كمية كبيرة من العرق في الجو الحار يساعد على بقاء الجسم متزنًا؟
3. حدوث اضطراب في وظائف الجسم عند تراكم الفضلات الأيضية؟
4. زيادة كمية البول عند شرب كميات كبيرة من الماء؟
5. يُعد الإخراج ضروريًا للحفاظ على الاتزان الحيوي للكائن الحي؟

موقع الدكتور محمد رزق التعليمي



امسح الباركود بالموبيل لتثبيت
التطبيق وتحميل كل الملازم مجانا وبسرعه



حمل التطبيق الأن








ملازم ابتدائي | ملازم اعدادي | ملازم ثانـــوي | كورسات ونتائج امتحانات





موقع الدكتور محمد رزق
Dr.Mo.RizK